



DBProjekt
Stuttgart 21

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

**Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung**

Abschnitt 1.1

Talquerung mit Hauptbahnhof

Bau-km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0

19 Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke

19.1 Erläuterungsbericht - NUR ZUR INFORMATION



DBProjekt GmbH
Stuttgart 21
Deutsche Bahn Gruppe
Wolframstraße 20
70191 Stuttgart

im Auftrag der



Projekt Stuttgart 21

- **Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart**
- **Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg**
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenanbindung

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof

Anlage 19.1

Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke

Erläuterungsbericht

(Nur zur Information)

Vorhabensträger:

**DB Netz AG,
vertreten durch
DBProjekt GmbH
Stuttgart 21
Wolframstraße 20
70191 Stuttgart**

Bearbeitung:

**ARGE Wasser ♦ Umwelt ♦ Geotechnik
Oberdorfstraße 12
91747 Westheim
und
Heilbronner Str. 81
70191 Stuttgart**

Anlage 19.1: Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen	1
1.1 Ausgangslage	1
1.1.1 Anlass und Planungsstand	1
1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung	2
1.2 Aufgabenstellung	3
1.3 Trassenverlauf	4
2 Beschreibung des Untersuchungsraumes	7
2.1 Übersicht	7
2.2 Naturräumliche Gegebenheiten	7
3 Geologische Verhältnisse	9
3.1 Gebirgsaufbau	9
3.1.1 Schichtaufbau	9
3.1.2 Schichtlagerung und Tektonik	14
3.2 Ingenieur- und baugeologisches Verhalten der Locker- und Festgesteine im Untersuchungsraum	15
3.3 Gravitative Massenbewegungen	17
3.4 Primärspannungen	17
3.5 Erdbebengefährdung	17
3.6 Verwertbarkeit	18
4 Hydrogeologie und wasserwirtschaftliche Verhältnisse	19

	Seite
5 Geotechnische Beurteilung	22
5.1 Einschnitte und Tunnelvoreinschnitte	22
5.2 Tunnel	22
5.3 Dämme	26
5.4 Kunstbauwerke	26
5.5 Aushub- und Ausbruchsmassen	30
6 Zusammenfassung	31
7 Literatur und verwendete Unterlagen	33

Anlagenverzeichnis

Anlage 19.2	Pläne	
Anlage 19.2.1	Ingenieur- und hydrogeologische Längsschnitte DB-Tunnel Nordkopf, Bereich Bonatzgebäude, Bereich Schloßgarten, DB-Tunnel Südkopf	
	Blatt 1: DB-Tunnel Nordkopf	M 1: 250/250
	Blatt 2: Bereich Bonatzgebäude	M 1: 250/250
	Blatt 3: Bereich Schloßgarten	M 1: 250/250
	Blatt 4: DB-Tunnel Südkopf	M 1: 250/250
Anlage 19.2.2	Ingenieur- und hydrogeologische Längsschnitte Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße	
	Blatt 1: Achse 301	M 1:1.000/200
	Blatt 2: Achse 633	M 1:1.000/200
Anlage 19.2.3	Ingenieur- und hydrogeologische Längsschnitte Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie	
	Blatt 1: Achse 31	M 1:1.000/100
	Blatt 2: Achse 32	M 1:1.000/100
	Blatt 3: Achse 34	M 1:1.000/100
Anlage 19.2.4	Ingenieur- und hydrogeologische Längsschnitte Düker Hauptsammler West, Düker Cannstatter Straße und Düker Nesenbach	
	Blatt 1: Düker Hauptsammler West	M 1:200/100
	Blatt 2: Düker Cannstatter Straße	M 1:250/250
	Blatt 3: Düker Nesenbach, Teil 1	M 1:250/250
	Blatt 4: Düker Nesenbach, Teil 2	M 1:250/250

1 Vorbemerkungen

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Anlass und Planungsstand

Die Deutsche Bahn Netz AG hat zwischen Stuttgart und Augsburg eine Hochgeschwindigkeitsstrecke zu realisieren. Hierzu wird auch der Eisenbahnknoten Stuttgart 21 neu gestaltet.

Die grundsätzlichen Fragen des Projektes Stuttgart 21 wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht. Das Ergebnis der Machbarkeitsstudie wurde im Januar 1995 von der DB Netz AG, dem Bundesverkehrsministerium, dem Land Baden-Württemberg und der Stadt Stuttgart vorgestellt.

Aus den Überlegungen und dem Ergebnis der Machbarkeitsstudie heraus wurden die Streckenführungen im Stadtbereich von Stuttgart entwickelt und in einem Vorprojekt untersucht. Wesentliches Ziel war dabei, die Streckenführung im Stadtbereich von Stuttgart zu optimieren und wirtschaftliche, betriebstechnische, städtebauliche und ausführungstechnische Vorteile gegenüber der Machbarkeitsstudie herauszuarbeiten. Des Weiteren wurde in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Wasserwirtschaft ein Aufschluss- und Untersuchungsprogramm (zweites Erkundungsprogramm, 2. EKP) konzipiert, durchgeführt und ausgewertet, um die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und Aussagen zur möglichen Realisierung des Projektes Stuttgart 21 treffen zu können. Auch wurden im Rahmen des Vorprojektes eine umfangreiche historische Erkundung der Bahnbetriebsflächen durchgeführt sowie Aussagen zu Umweltaspekten und zum Immissionsschutz gemacht. Die Ergebnisse des Vorprojektes wurden im November 1995 mit dem Synergiekonzept Stuttgart 21 vorgestellt.

Das Projekt Stuttgart 21 wurde in 6 Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt. Im einzelnen sind dies:

- PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof,
- PFA 1.2 Fildertunnel,
- PFA 1.3 Filderbereich mit Flughafenbindung,
- PFA 1.4 Filderbereich bis Wendlingen,
- PFA 1.5 Zuführung Feuerbach/Bad Cannstatt, S-Bahn-Anbindung,

- PFA 1.6 Zuführung Hbf. nach Ober-/Untertürkheim inkl. Zuführung nach Bad Cannstatt, Interregio-Kurve und Wartungsbahnhof

Gegenstand der vorliegenden Unterlagen ist der PFA 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof) von km -0.4 -42.0 bis km +0.4 +32.0 im Bereich der Innenstadt von Stuttgart.

1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung

Schienenwege für Eisenbahnen einschließlich der für den Betrieb notwendigen Anlagen und Bahnstromfernleitungen dürfen nur gebaut oder geändert werden, wenn der Plan zuvor festgestellt worden ist (§ 18 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)). Aussagen zum Ablauf des Planfeststellungsverfahrens enthält § 20 AEG.

Das Abwägungsgebot schreibt neben der Beachtung der Interessen der betroffenen Bürger insbesondere die Beachtung folgender Belange vor:

- Betriebs- und Verkehrssicherheit,
- Wirtschaftlichkeit,
- Umwelt, und zwar Auswirkungen des Vorhabens auf
 - > Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft,
 - > Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen,
 - > Kultur- und sonstige Sachgüter,
- Denkmalpflege
- andere Verkehrsträger.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist als unselbständiger Teil der Planfeststellung durchzuführen.

Weiterhin ist die DB Netz AG nach § 4 Abs. (1) AEG verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur, Fahrzeuge und Zubehör sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Dazu sind die einschlägigen Untersuchungen erforderlich, zu denen eine ausreichende Erkundung und Beurteilung des Baugrundes, der Erdbaustoffe und der Grundwasserverhältnisse gehört.

1.2 Aufgabenstellung

Die Darstellung und Beschreibung der ingenieurgeologischen Verhältnisse ist eine wesentliche Voraussetzung zur Planung, Gestaltung und dem Unterhalt der Bahnanlagen. Dabei ist dem Vermeidungs- und Verminderungsgebot bezüglich der Umweltauswirkungen Rechnung zu tragen. Die baugeologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und wasserwirtschaftlichen Nutzungen bilden wichtige Grundlagen für die funktionsgerechte Gestaltung der Bauwerke in Wechselwirkung zum Baugrund (Gebirge und Grundwasser) und dessen Inanspruchnahme. Dabei ergeben sich Wechselwirkungen zu den Schutzgütern der Umwelt (z.B. Flächen- und Rauminanspruchnahme, Eingriffe in Funktions- und Lebensräume des Menschen, der Tiere und Pflanzen).

Im vorliegenden Erläuterungsbericht werden Aspekte des Bodens und Wassers als Baugrund und Baustoff und dessen Inanspruchnahme durch die Erd- und Ingenieurbauwerke behandelt, die beim Bau und dem Betrieb der Bahnanlagen im PFA 1.1 auftreten werden bzw. können und für die Funktionsfähigkeit auf Dauer zu berücksichtigen bzw. von Notwendigkeit sind. Hierbei sind gemäß § 2 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) in Verbindung mit § 4 Abs. (1) AEG die Bahnanlagen so zu gestalten, dass sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Dies gilt insbesondere für die sichere und ordnungsgemäße Errichtung der Bauwerke einschließlich der Sicherung der Nachbarbauwerke. Die Aussagen des vorliegenden Erläuterungsberichtes bilden somit eine wesentliche Grundlage für die Technische Planung und für die Aussagen zu den Umweltbelangen.

Dieser Erläuterungsbericht baut auf den Ergebnissen des 1. bis 3. Erkundungsprogramms (igi Niedermeyer Institute) sowie des 4. Erkundungsprogramms (igi Niedermeyer Institute/ARGE Wasser Umwelt Geotechnik, Smolczyk und Partner GmbH, WBI Prof. Dr.-Ing. W. Wittke Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau GmbH) auf. Die geologische und hydrogeologische Situation im PFA 1.1 ist in den Ingenieur- und hydrogeologischen Längsschnitten der Anlage 19.2 und im Lageplan der Anlage 20.2 dargestellt.

1.3 Trassenverlauf

Bauliche Anlagen

Die Unterquerung des Stuttgarter Talkessels durch die NBS (DB-Tunnel) erfolgt im PFA 1.1 von NW nach SO auf einer Länge von 0,874 km in offener Bauweise in Parallellage zur bestehenden Querbahnsteighalle (von km -0.4 -42.0 bis km +0.4 +32.0). Die beiderseits anschließenden Zulaufstrecken (je zwei 2gleisige Tunnelröhren) werden in bergmännischer Bauweise erstellt. Der neue Hauptbahnhof wird als oben offenes Trogbauwerk quer zu den Bahnsteigen des heutigen Hauptbahnhofes verlaufen und den derzeitigen, als Kopfbahnhof betriebenen Hauptbahnhof ersetzen. Das historische Bahnhofsgebäude (Bonatz-Bau) wird größtenteils erhalten. Die derzeitige Planung sieht für den 8gleisigen Durchgangsbahnhof 4 Mittelbahnsteige mit Breiten von 10 m und Nutzlängen von 420 m vor.

Die Planung erfordert die Verlegung der Stadtbahn Heilbronner Straße und der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie. Des Weiteren ist die Verlegung bzw. Dükerung zahlreicher Abwasser- und Entwässerungsbauwerke, Fernheiz- und Medienkanäle, die der DB-Tunnel im Verlauf durchtrennt, erforderlich. Weitere detaillierte Angaben zur technischen Planung sind dem Erläuterungsbericht zur Technischen Planung in Anlage 1 zu entnehmen.

Das bereichsweise oben offene NBS-Bauwerk ist bautechnisch untergliedert in den Nordkopf einschl. Schwallbauwerk Nord und Tunnel Rettungszufahrt Nord (Länge 68 m, Breite 7,70 m), die Bahnhofshalle und den Südkopf einschl. Umbau S-Bahntunnel. Die Bahnhofshalle wird in Trogbauweise (offene Bauweise) erstellt, der Nord- und der Südkopf werden in offener Bauweise, teilweise auch in Deckelbauweise (Querung Heilbronner Straße) aufgefahren.

Im Trassenabschnitt fällt die Schienenoberkante von Nordwesten her (aus dem benachbarten PFA 1.5) zunächst mit 13,106 ‰, ab km -0.1 -13.7 mit 15,143 ‰ zum Gradiententiefstpunkt bei km +0.3 +44.8 und steigt von dort in südöstlicher Richtung bis zum Beginn PFA 1.2 mit 4,085 ‰ wieder an. Am Gradientenhöhepunkt (km -0.4-42.0, Höhe Jägerstraße) kommt die SOK bei 240,82m NN, am Tiefstpunkt an der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie bei 229,76 m NN zu liegen.

Die Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße im Bereich des Nordkopfs bei km -0.3 -10.0 und -0.3 -30.0 erfolgt vom Arnulf-Klett-Platz kommend mittels zwei 1gleisiger Tunnelröhren (Achsen 301 und 302) unter dem ehemaligen Bundesbahndirektionsgebäude, der Jägerstraße und der Kriegerstraße in einem Bogen nach Norden und wird etwa ab der Straße Im Kaisemer über die Vordernbergstraße wieder Richtung

Heilbronner Straße geführt. Die Wiederanbindung der Trasse an den Bestand erfolgt im Norden kurz vor der Haltestelle Türlenstraße.

Im Rahmen der Verlegung ist ein in offener Bauweise zu erstellendes Verzweigungsbauwerk für die Aus- und Einfädung in die bestehende Tunnelstrecke westlich des K.-G.-Kiesinger-Platzes bis zum Bundesbahndirektionsgebäude geplant (km +1.1 +83.0 bis +1.2 +50.5 (Achse 301)). Im Bereich des Aufweitungsbauwerkes liegt der Gradiententiefstpunkt bei ca. 229,4 m NN (km +1.1 +78.0, östliche Achse 301). Die neu zu erstellende Stadtbahn wird durch zwei 1gleisige, etwa in gleicher Höhenlage verlaufende Tunnelröhren in bergmännischer Bauweise geführt, mit Gradientensteigungen zwischen 0,9 % und 4,92 %. Bei der Einmündung in die Haltestelle Türlenstraße (Gradientenhöhepunkt 249,8 m NN, ca. km +1.8 +40.0 für die Achse 301) bindet sie erneut an einen in offener Bauweise zu erstellenden Tunnelabschnitt an.

Etwa auf Höhe der Straße Im Kaisemer (ca. km +1.6) verlaufen die Abzweigungsbereiche der Achsen 633 und 634 für den Neubau der Linie U 12. Die 1gleisigen Tunnelröhren werden in bergmännischer Bauweise der Achse 633 unter Vordernberg- und Heilbronner Straße hindurch zur neuen Haltestelle im Teilgebiet A1 aufgeföhren. Die Gradienten der Achse 633 erreicht auf Höhe der Heilbronner Straße mit ca. 239,4 m NN ca. bei km +0.3 ihren Tiefstpunkt. Die Achse wird mit einer Gradientenneigung von 4,69 % bis km +0.1 +08.991, von -1,93 % bis km +0.3 +51.379 und von 6,59 % bis km 0.5 +33.205 geführt.

Im Rahmen der Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie werden die Stadtbahnlinien in der Willy-Brandt-Straße wegen des neuen DB-Tunnels um ca. 25 m seitlich in Richtung Mittlerer Schloßgarten verlegt. Im Bereich des Südkopfes bildet die Decke des DB-Tunnels zwischen ca. km +0.3+1 bis km +0.3+4 die Bodenplatte des Stadtbahntunnels. Die Herstellung des neuen Stadtbahntunnels in offener Bauweise mit neuer Haltestelle Staatsgalerie erfolgt im Zuge des Rückbaus der alten Stadtbahn und des DB-Tunnel-Neubaus zwischen Schillersteg bzw. Gebhardt-Müller-Platz und Neckartor, wo jeweils die Anbindung an den Bestand hergestellt wird. Der Gradientenhöhepunkt der 4 Stadtbahnachsen wird mit ca. 238,15 - 240,01 m NN im Überföhrensbereich des DB-Tunnels erreicht, die Gradiententiefpunkte liegen im Bereich Neckartor (Achsen 31, 32 und 33, ca. 228,8 - 229,4 m NN) bzw. im Bereich der Schillerstraße (Achse 31 und 34, ca. 229,6 m NN). Die Gradientensteigungen betragen im Bereich der Haltestelle Staatsgalerie 2,46 % und -7,0 % (Achse 31), 3,14 und -2,46 % (Achse 32), 3,10 % und -2,46 % (Achse 33) und 2,46 % und -6,76 % (Achse 34).

Der taldurchquerende DB-Tunnel durchtrennt mehrere in Tallängsrichtung verlaufende Bachläufe, Abwasser- und Entwässerungskanäle, die als Folge gedükert werden müssen. Hierzu gehört unter anderem der neue Düker Nesenbach, der unter dem DB- (ca. km +0.2 +60.0) und Stadtbahntunnel hindurchgeführt wird.

Weitere Entwässerungsbauwerke im Zuge der Baumaßnahme umfassen den **Düker Cannstatter Straße**, der auf ca. 90 m Länge (Oberhaupt bis Unterhaupt, tiefer Teil) und ca. 7 m Breite den neuen Bahnhof (ca. km +0.0 +9 bis +0.1 +1) am Westrand des Mittleren Schloßgartens parallel zur Cannstatter Straße unterquert.

Im Bereich DB-Tunnel Nordkopf liegt der **Düker Hauptsammler West**, der auf rund 100 m Länge und 10 m Breite die geplante NBS zwischen ca. km -0.2 -1 bis -0.2 -2, rund 50 m nordwestlich des bestehenden Hauptbahnhofs, etwa parallel zur Heilbronner Straße bis zur SüdwestLB unterquert und die Achsen 301 und 302 überquert.

Bestehende bauliche Nutzungen im Trassenbereich

Der Innenstadtbereich Stuttgarts ist im Trassenbereich von zahlreichen baulichen Anlagen mit unterschiedlichen Nutzungen geprägt. Ein Teil der baulichen Anlagen ist historisch wertvoll und dementsprechend unter Schutz gestellt. Angaben über Art und Umfang der bestehenden baulichen Anlagen sind in Anlage 15.1 enthalten.

2 Beschreibung des Untersuchungs- raumes

2.1 Übersicht

In Anlehnung an die naturräumliche Gliederung Deutschland (HUTTENLOCHER und DONGUS 1967) gehört der Untersuchungsraum zur Stuttgarter Bucht (105).

Die naturräumliche Gliederung des Untersuchungsraumes erfolgt im Hinblick auf und unter der Berücksichtigung der geologischen Aspekte. Dabei werden des Weiteren Wechselwirkungen des Vorhabens zu den die naturräumlichen geologischen und ingenieurgeologischen Aspekte prägende Strukturen, Formen und Verhältnisse aufgezeigt.

Die baulichen Anlagen im Untersuchungsraum sowie bestehende bauliche Nutzungen im Trassenbereich sind in Kapitel 1.3 beschrieben.

2.2 Naturräumliche Gegebenheiten

Die Stuttgarter Bucht (105) ist eine Traufbucht mit hohen Schilfsandsteinrücken, die sich in tiefe und enge, z. T. kesselförmige Ausraumzonen des Neckars und seiner Zuflüsse (z. B. Nesenbach) mit jeweils eigener Ausprägung gliedert.

Der zentrale Teil der Stuttgarter Bucht und gleichzeitig für den Untersuchungsraum relevant ist die Nesenbachbucht (105.2), ein kesselförmiger Ausraum des Nesenbaches und seiner Zuflüsse im Gipskeuper. Die südlich der Nesenbachbucht gelegenen Stuttgarter-Ostheimer Randhöhen (105.4) bilden den Übergang zwischen der Stuttgarter Bucht und der sich südlich anschließenden Filderplatte.

Die Stuttgarter Bucht baut sich i. W. aus den Gesteinsabfolgen des Unteren und Mittleren Keupers auf, bei denen es sich um mehr oder weniger stark verfestigte Sandsteine und um Tonsteine handelt. In den Talauen des Neckars, des Vogelsang-, Feuer- und Nesenbaches überdecken quartäre Ablagerungen (zwischen 217 und 230 m NN) die Keupergesteine. Die Berghänge der Stuttgarter Bucht, die auf ca. 450 m NN

ansteigen, werden von Gesteinen aus dem oberen Bereich des Mittleren Keupers gebildet. Bedingt durch den Wechsel von weicheren, stark tonigen Gesteinen mit härteren Sandsteinbänken treten in den verschiedenen Schichtabfolgen Geländestufen auf. Das Gebiet wird von kleineren Bächen durchzogen, die dem Neckar zufließen.

3 Geologische Verhältnisse

3.1 Gebirgsaufbau

3.1.1 Schichtaufbau

Der Untergrund wird im Untersuchungsraum von Schichtabfolgen der Trias und des Quartärs aufgebaut.

Bedingt durch die nach SO hin einfallenden Schichtabfolgen stehen von N nach S die immer jünger werdenden stratigraphischen Schichtabfolgen des Keupers an, die im gesamten Bereich mit quartären Ablagerungen überdeckt sind.

In nachfolgender Tabelle 3/1 findet sich ein kurzer Abriss der im Bereich des Projektes Stuttgart 21 anstehenden Gesteine mit ihren jeweiligen Mächtigkeiten.

Tab. 3/1: Geologischer Überblick der im Untersuchungsraum anstehenden Gesteine

System (Formation)	Serie (Abteilung)	Stufe/Unterstufe sowie Gesteinsbeschreibung	Mächtigkeit im Untersuchungsraum [m]
Quartär	Holozän/ Pleistozän	Künstliche Auffüllung (A)	< 7
		Umlagerungssedimente	
		Hanglehm/Hangschutt (q/qu)	< 5
		Wanderschutt (qsl)	< 8
		Fließerde (qfl)	< 3
		Dolinenfüllungen (Df)	bis > 30
		Talablagerungen	
		Auenlehm/Bachablagerungen (qhl)	< 15
		Sumpfton/Schlick/Torf (qhm)	< 5
		Sauerwasserablagerungen (qhk)	< 5
Trias	Keuper	Gipskeuper (ungegl.) (km1)	bis 110
		Estherlenschichten (km1ES)	15 - 35
		Mittlerer Gipshorizont (km1MGH)	35 - 40
		Bleiglanzbankschichten (km1BB)	1 - 3
		Dunkelrote Mergel (km1DRM)	15 - 18
		Bochlinger Horizont (km1BH)	4 - 10
		Grundgipsschichten (km1GG)	3 - 16
		Unterer Keuper	
		Unterer Keuper (ungegl.) (ku)	ca. 20
		Muschelkalk	Oberer Muschelkalk (ungegl.) (mo)

--- = Diskordanz

Die geologischen Verhältnisse im Bereich des PFA 1.1 sind in den ingenieur- und hydrogeologischen Längsschnitten (Anlage 19.2.1 bis 19.2.4) zeichnerisch dargestellt, wobei Isolinienplänen etc. als Grundlage dienen, in denen die Erkenntnisse des 1. bis 4. Erkundungsprogramms sowie von Fremdaufschlüssen berücksichtigt wurden. Hierbei ist zu beachten, dass die geologischen Verhältnisse, wie die Lage von Schichtgrenzen, von tektonischen Elementen (Störungen, Dolinen) sowie weiteren geologischen Gegebenheiten, nur im Nahbereich von Aufschlüssen exakt bekannt sind.

Die im Bereich des PFA 1.1 anstehenden Gesteine werden im folgenden vom ältesten zum jüngsten Schichtglied beschrieben.

Trias

- **Muschelkalk**

Oberer Muschelkalk

Der **Obere Muschelkalk (mo)** (auch "Hauptmuschelkalk") wird aus einer nahezu geschlossenen Folge aus Karbonatgesteinen aufgebaut. Im unteren Bereich des Oberen Muschelkalkes stehen die Kalksteine der ca. 35 m mächtigen Trochitenschichten an, in die mächtigere Ton- und Mergellagen eingeschaltet sind. Die auflagernden, ca. 33 m mächtigen Künzelsauer Schichten werden neben dünnbankigen, dichten Kalksteinbänken, welche durch geringmächtige Tonstein- und Mergelsteinzwischenlagen voneinander getrennt sind, auch von dickbankigen, z.T. fossilreichen mikritischen und bioklastischen Kalksteinlagen aufgebaut. Im oberen Bereich sind stark verwitterte, klüftig-kavernöse Dolomite des ca. 10 - 12 m mächtigen Trigonodusdolomits ausgebildet.

- **Keuper**

Der Keuper wird in den Unteren, Mittleren und Oberen Keuper untergliedert.

Hierbei ist im vorliegenden Bericht der Untere Keuper sowie der untere Teil des Mittleren Keupers von Belang.

Unterer Keuper

Der im Raum Stuttgart ca. 20 m mächtige **Untere Keuper (ku)**, auch **Lettenkeuper** genannt, setzt sich aus einer Wechselfolge von verwitterten Tonsteinen und karbonatischen, überwiegend dolomitischen Bänken zusammen. Die dolomitisch/calcitischen, tonig/mergeligen bzw. tonig/sandigen Horizonte (Grüne Mergel) führen z.T. Gips/Anhydrit. Im unteren Abschnitt finden sich bis zu mehrere Meter mächtige Lagen aus Feinsandstein. Das Top des Lettenkeupers bildet der ca. 0,2 bis 1 m mächtige Grenzdolomit. Die Kalk- und Dolomitsteinlagen sind meist aus-

geprägt geklüftet. Die Lettenkeupergesteine liegen bereichsweise stark verwittert und ausgelaugt vor.

Mittlerer Keuper

Der Gipskeuper (km1) setzt sich i. W. aus rötlichen und graugrünen Ton-, Schluff- und Mergelsteinen zusammen, in die karbonatische Bänke eingeschaltet sind. Des Weiteren treten Sulfate entweder in Form von Bänken von wenigen Dezimetern Stärke, in feinschichtiger Wechsellagerung mit Ton- und Schluffsteinen, in Knollen oder in Flasern auf.

Die sulfathaltigen Bereiche des Gipskeupers sind im Stuttgarter Raum im wesentlichen auf die basalen Grundgipsschichten sowie in untergeordneter Mächtigkeit auf die Schichten des Mittleren Gipskeupers beschränkt. Im unausgelaugten Gebirge ist die gesamte Schichtmächtigkeit des Gipskeupers mit rd. 110 m anzusetzen.

Im oberflächennahen Bereich ist der km1 tiefgründig verwittert und ausgelaugt; vom ursprünglichen Festgestein bleibt dann ein lockergesteinsartiges Gebirge mit einer gestörten bzw. verstürzten Schichtlagerung zurück. Unterhalb der Ablaugungsfront (Gipsspiegel) steht größtenteils der unter Wasseraufnahme zu Gips umgewandelte Anhydrit und unter dem Anhydritspiegel überwiegend der unveränderte Anhydrit an. Die bei Wasserzutritt stattfindende Umwandlung von Anhydrit in Gips bewirkt ein starkes Schwellen des Gebirges (bis zu 60 % Volumenzunahme).

Im Untersuchungsraum liegen die Gesteine des Gipskeupers fast ausschließlich im ausgelaugten Zustand vor. Lediglich im Bereich südöstlich des Hauptsammlers West wurde die Schichtabfolge der Grundgipsschichten unausgelaugt angetroffen. Im Bereich der Heilbronner Straße ist davon auszugehen, dass die Grundgipsschichten unausgelaugt anstehen.

Nachfolgend werden die Schichtabfolgen des Gipskeupers für den Bereich des PFA 1.1 beschrieben.

Die sich an der Basis des Gipskeupers befindenden Grundgipsschichten (km1GG) bestehen im ausgelaugten Zustand im oberen Teil aus einer Wechselfolge von grauen bis rotbraunen Tonsteinen und Gipsauslaugungsresten. Zum Lettenkeuper hin finden sich immer wieder wenige dünnbankige, verwitterte Dolomitsteinbänkchen. Im unausgelaugten Zustand liegt im oberen Teil eine Wechselfolge rötlich brauner Ton- und Tonmergelsteine mit Gipslagen vor, in die im unteren Teil Zentimeter- bis Dezimeter-mächtige Dolomite eingeschaltet sind.

Im unausgelaugten Zustand erreichen die Grundgipsschichten durchschnittliche Mächtigkeiten von ca. 15 - 20 m, während im ausgelaugten Zustand die Mächtigkeiten des km1GG auf rd. 3 - 9 m reduziert sind.

Der ca. 4 - 10 m mächtige **Bochinger Horizont (km1BH)** mit der in der Regel im unteren Drittel befindlichen Bochinger Bank trennt die Grundgipsschichten von den Dunkelroten Mergeln. Überwiegend graugrüne, teils dolomitische, z.T. vollständig verwitterte Tonsteine mit Gipsauslaugungsresten sowie den verwitterten, klüftigen Dolomitsteinen der Bochinger Bank, grenzen den Bochinger Horizont von den über- und unterlagernden Gesteinen ab. Das Top des Bochinger Horizontes bildet das Dunkelviolette Grenzlager, eine ca. 0,4 bis 0,8 m mächtige Wechsellagerung von rotvioletten, verwitterten Tonsteinen mit Gipsauslaugungsresten.

Die **Dunkelroten Mergel (km1DRM)** überlagern den Bochinger Horizont mit ihren zumeist rotbraunen Ton-, Tonmergel- und Mergelsteinen. Ihr Gehalt an Gipsauslaugungsresten ist deutlich höher als im Bochinger Horizont, reicht jedoch nicht an die Gehalte der Grundgipsschichten heran. Die Dunkelroten Mergel sind etwa 15 m bis 18 m mächtig.

Zwischen Dunkelroten Mergeln und Mittlerem Gipshorizont befinden sich als Grenzlager die ca. 1 m bis 3 m mächtigen **Bleiglanzbankschichten (km1BB)**, die sich im ausgelaugten Zustand aus zumeist völlig verwitterten graugrünen Ton- und Mergelsteinen zusammensetzen, in die nur untergeordnet Gipsauslaugungsreste eingelagert sind. Das Top der Bleiglanzbankschichten bildet die lokal Schwermetallsulfid führende Bleiglanzbank, die von einer ca. 0,2 bis 0,4 m mächtigen, verwitterten, tonigen Dolomit- bis Mergelsteinbank gebildet wird.

Der **Mittlere Gipshorizont (km1MGH)** zeichnet sich durch rötlichbraune bis graugrüne Tonsteine und Mergelsteine mit häufigen geringmächtigen Gipsauslaugungsrest-Lagen aus. Daneben treten vereinzelt dünnlagige verwitterte, dolomitische Tonstein- oder tonige Dolomitsteinbänke auf. Der Mittlere Gipshorizont erreicht im ausgelaugten Zustand Mächtigkeiten zwischen ca. 35 m und 40 m.

Die **Estheriensichten (km1ES)** als jüngstes Schichtglied des Gipskeupers, sind von der Baumaßnahme nicht betroffen und werden daher nicht beschrieben.

Quartär

Die großflächig verbreiteten **quartären Schichten**, die einen großen Teil des präquartären Untergrundes des Untersuchungsraumes bedecken, setzen sich aus pleistozänen und holozänen Sedimenten zusammen. Im Verlaufe des Pleistozäns wurden die tertiären Landformen durch die Schmelzwasserströme der Vorlandgletscher gänzlich umgeformt und durch sandig-kiesige Terrassenablagerungen, durch äolische Sedimente (Löß) und durch Fließerden weitgehend bedeckt. Bei den im Holozän abgelagerten Sedimenten handelt es sich im Wesentlichen um sandig-kiesige Flussablagerungen und um Niedermoorbildungen in den Talauen.

Infolge des ausgelaugten Reliefs der Gipskeuperoberfläche und der durch umfangreiche Baumaßnahmen bedingten Eingriffe im Untersuchungsgebiet variieren die Mächtigkeiten der quartären Gesteine oft kleinräumig. Nachfolgend werden die quartären Gesteine charakterisiert: Im gesamten Untersuchungsgebiet treten künstliche Auffüllungen (A) unterschiedlicher Zusammensetzung auf, wobei es sich um Tone, Schluffe, Sande und Kiese handelt, die z.T. mit Bauschutt vermischt sind. Die Mächtigkeiten der künstlichen Auffüllungen kann mit bis zu 7 m angegeben werden.

Im Erläuterungsbericht 20.1 Hydrogeologie und Wasserwirtschaft, Kap. 3.1 sind Hinweise zur Altlastensituation im PFA 1.1 nachzulesen.

Im Nesenbachtal selbst sowie an den Hängen werden Umlagerungssedimente von Hanglehm/Hangschutt, Wanderschutt, Fließerden sowie Dolinenfüllungen angetroffen.

Hanglehme/Hangschuttmassen (ql/qu) mit Mächtigkeiten von bis zu 5 m sind im Bereich der Nesenbachtalhänge anzutreffen, wobei es sich um Tone/Schluffe handelt, in die Sand-, Kalk-, Mergel- und Dolomitsteine als Steine und Kiese eingelagert sind. Im Nesenbachtalgrund lagert an der Basis des Quartärs meist Wanderschutt (qsl) mit Mächtigkeiten von bis zu 8 m, der sich aus sandigen Tonen/Schluffen mit eingelagerten Keupergesteinsbrocken zusammensetzt und aus durch Solifluktion transportierten Hangschuttmassen gebildet wurde.

Sandige Schluffe mit eingelagerten Ton-, Sand- und Kalksteinkomponenten bilden die Fließerden (qfl), die Mächtigkeiten von bis zu 3 m erreichen können.

Im gesamten Untersuchungsgebiet ist mit dem Auftreten von Dolinen (Df) zu rechnen. Die Dolinen sind meist mit Tonen/Schluffen, in die verstrüzte Keuper-Gesteine eingelagert sind, verfüllt. Die Dolinenbildung basiert auf einer Auslaugung der verkarstungsfähigen Gesteine des Oberen Muschelkalkes und der auslaugungsfähigen Gipskeupergesteine und dem nachfolgenden Einbrechen der darüber liegenden Schichten (Unterer Keuper, Gipskeuper), so dass für die Dolinen im Untersuchungsraum eine Mächtigkeit von bis zu über 30 m (Unterer Keuper und Grundgipsschichten) anzunehmen ist.

Das Nesenbachtal ist mit bis zu 15 m mächtigen Talablagerungen verfüllt. Als Talablagerungen treten Auenlehm/Bachablagerungen sowie organische Sedimente auf. Die Auenlehme/Bachablagerungen (qhl) bestehen aus braunen bis rotbraunen sandigen Tonen/Schluffen, in die lokal sandige bzw. kiesige Lagen eingeschaltet sind. Oftmals sind Bereiche mit hohem Anteil an organischer Substanz bis hin zu Torfbildungen (Sumpfton, Schlick, Torfe (qhm)) ausgebildet. Die Mächtigkeiten dieser organogenen Böden beträgt bis über 5 m.

Im Untersuchungsraum treten im Bereich des Hauptbahnhofes und des unteren Schloßgartens Sauerwasserablagerungen (qhk) auf. Diese Ablagerungen bestehen aus gelbgrauen sandigen Schluffen bzw. schluffigen Sanden sowie bis hin zu harten Sauerwasserkalken (Travertin). Die Sauerwasserablagerungen erreichen Mächtigkeiten von bis zu 5 m.

3.1.2 Schichtlagerung und Tektonik

Übersicht

Der Untersuchungsraum gehört großräumig gesehen zur Süddeutschen Großscholle, die ehemals von bis zu ca. 1600 m mächtigen triassischen und jurassischen Sedimenten aufgebaut wurde. Um die Wende Jura/Kreide wurde das Gebiet Festland, das seitdem der Abtragung ausgesetzt ist. Die Schichtabfolge wurde während dieser Zeit aus der horizontalen Lage gekippt. Bei stärker werdender Beanspruchung der Schichtabfolge zerbrach das Gebirge meist entlang vorhandener alter Strukturlinien des tieferen Untergrundes und es kam zur Bildung von Verwerfungen und Gräben mit unterschiedlichen Versatzbeträgen.

Schichtlagerung/Störungen

Die Schichten des Keupers fallen im Untersuchungsraum generell mit ca. 2° nach SO ein. Bedingt durch Störungen sowie Auslaugungsstrukturen treten im PFA 1.1 Abweichungen von den großräumigen Schichtlagerungsverhältnissen auf. So liegt zumeist ein mit im Mittel 5 - 20° nach SO bis SSW, lokal auch NNO gerichtetes Schichteinfallen vor.

Im Untersuchungsraum sind 6 Störungen im Bereich der Bauwerke ausgebildet, die in Richtung WNW-OSO bis NW-SO streichen. Die Versatzbeträge liegen zwischen etwa 0,5 und 6 m. Zwischen den Störungen treten sattel- und muldenförmige Verbiegungen auf, wobei im direkten Umfeld von Störungen das Schichteinfallen deutlich versteilt sein kann.

Klüftung

Bedingt durch die verhältnismäßig homogene tektonische Beanspruchung des Gebirges im Bereich des Keupers und Juras bildete sich im Wesentlichen ein orthogonales Klüftmuster, dessen Hauptrichtungen WNW-OSO und WSW-ONO streichen.

Untergeordnet treten N-S gerichtete Klüftmaxima auf.

Die Klüfte fallen überwiegend mit 35° bis 50° ein, untergeordnet treten auch Einfallswinkel zwischen 55° und 60° auf.

Die Großklüfte der Ton- und Tonmergelsteine sind im Allgemeinen weitständig und die Kleinklüfte eng- bis mittelständig. Die Klüftung der geschichteten Kalksteine ist mittel- bis weitständig.

Mit zunehmender Verwitterung liegen überwiegend engständige Kleinklüfte vor.

3.2 Ingenieur- und baugelogisches Verhalten der Locker- und Festgesteine im Untersuchungsraum

Im Untersuchungsraum stehen bis in die bautechnisch relevanten Tiefen die Schichtabfolgen des Quartärs sowie des Mittleren und des Unteren Keupers an. Diese Locker- und Festgesteine bilden den Baugrund für die Ingenieurbauwerke im PFA 1.1.

Lockergesteine des Quartärs

Die im Trassenbereich anstehenden Lockergesteine des Quartärs sind sehr heterogen und zeigen infolgedessen ein recht unterschiedliches baugelogisches Verhalten:

- Die künstlichen Auffüllungen (A) zeigen sehr unterschiedliche Zusammensetzungen. Daher kann kein einheitliches baugelogisches Verhalten angegeben werden.
- Die z.T. sandigen, schwach kiesigen Tone/Schluffe der Auenlehme/Bachablagerungen (qhl), in die lokal sandige und kiesige Lagen eingeschaltet sind, weisen eine zumeist steife bis halbfeste, selten auch weiche und feste Konsistenz auf. Sie haben im Vergleich zu den Ton- und Tonmergelsteinen des Keupers eine geringe Scherfestigkeit und eine hohe Verformbarkeit. Die Tone/Schluffe sind als frostempfindlich einzustufen.

In den Auenlehm/Bachablagerungen liegen Bereiche mit hohem organischen Anteil bis zur Torfbildung vor, die z. T. eine breite Konsistenz aufweisen.

- Die Hanglehme/Hangschuttmassen (ql/qu) der Wanderschutt (qsl) sowie die Fließerden (qfl) bestehen aus Tonen/Schluffen, in die Sand-, Kalk-, Mergel- und Dolomitsteine als Steine und Kiese eingelagert sind. Die Hangschuttmassen treten auch in Form von tonigen/schluffigen Grobkiesen oder Steinen auf. In den Wanderschutt sind z.T. Sandlinsen eingeschaltet. Die Konsistenz der bindigen Anteile ist zumeist weich bis halbfest. Die Lockergesteine sind kompressibel und frostempfindlich.
- Die Sauerwasserablagerungen (qhk) sind heterogen zusammengesetzt. Die sandigen Schluffe bis schluffigen Sande sind in Abhängigkeit vom Schluffanteil mehr oder weniger frostempfindlich und im Vergleich zu den Travertinbänken gering scherfest und leichter verformbar.

Die ebenfalls in den Sauerwasserablagerungen auftretenden Travertinbänke besitzen eine im Vergleich zu den anderen quartären Lockergesteinen relativ geringe Verformbarkeit und eine hohe Scherfestigkeit.

- Dolinen (Df), die möglicherweise bis in den Muschelkalk hinabreichen können, sind mit Tonen/Schluffen verfüllt, in die Keupergesteine eingelagert sein können. Die bindigen Anteile der Dolinenfüllungen haben zumeist eine steife bis halbfeste Konsistenz und sind gegenüber den anderen bindigen Quartärgesteinen weniger leicht verformbar und schieferfester.

Lockergesteine des Keupers

Die zu Lockergestein entfestigten Bereiche des ausgelaugten Keupers bestehen im Untersuchungsraum überwiegend aus mittel- bis ausgeprägt plastischen Tonen. Sie sind mittel bis sehr frostempfindlich und weisen i. a. eine halbfeste bis feste Zustandsform sowie ähnlich den quartären Lockergesteinen geringe Scherfestigkeiten und hohe Verformbarkeiten auf. Bei Wasserzutritt mindert sich ihre Tragfestigkeit stark ab und sie neigen bereichsweise zum Quellen.

Festgesteine des Keupers

Bei den im Untersuchungsraum anstehenden Ton-, Tonmergel- und Mergelsteinen des ausgelaugten Keupers handelt es sich um veränderlich feste Gesteine. Diese reagieren auf Austrocknung mit einer Auflockerung des Gebirgsverbandes. Bei Wiederbefeuchtung kommt es zu starker Festigkeitsabminderung, die bis zum Zerfall der Tonmergelsteine führen kann.

Die mürben bis sehr mürben Ton-, Tonmergel- und Mergelsteine des ausgelaugten Keupers haben, unabhängig von der stratigraphischen Zugehörigkeit, i. d. R. bis in bautechnisch relevante Tiefen geringe, aber im Vergleich zu den Lockergesteinen höhere Druck- und Scherfestigkeiten und schlechte Kornbindung. Die Tragfähigkeitseigenschaften der Festgesteine sind in hohem Maße vom Grad der Verwitterung abhängig. Einzelne Schichtpakete sind stark quellfähig.

Die Druck- und Scherfestigkeiten der Karbonatgesteine des ausgelaugten Keupers sind demgegenüber etwas höher. Die Kornbindung ist - in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad - meist schlecht.

3.3 Gravitative Massenbewegungen

Rutsch- und Hangbewegungen sind im Trassenbereich nicht bekannt. In der näheren Umgebung sind jedoch Rutschungen sowie Kriechbewegungen sowohl am Gablen- als auch am Kriegsberg aufgetreten. Zum Beispiel befindet sich in nächster Nachbarschaft der Baumaßnahme am Gablenberg eine Rutschscholle, in der ehemals ca. 50 - 60 m höhergelegene Gesteinspakete der Schilfsandstein-Formation abgerutscht sind. Dass sich der Gablenberg zumindest bereichsweise in einem labilen Gleichgewichtszustand befindet, zeigen aktuelle Gebäudeschäden, die mit baulichen Maßnahmen bzw. mit Hangbewegungen in Zusammenhang stehen.

3.4 Primärspannungen

Im ausgelaugten Keuper ist infolge der Gesteinsentfestigung und -umlagerung von Spannungsverhältnissen entsprechend $S_H = S_h = \nu / (1-\nu) \cdot S_v$ mit der Poisson-Zahl ν auszugehen, wobei die Vertikalspannung S_v der Auflast durch die überlagernde Gesteinssäule entspricht, S_H die größere und S_h die kleinere horizontale Hauptspannung ist.

Die Primärspannungsverhältnisse im Quartär ergeben sich, wie im ausgelaugten Keuper, aus der Auflast S_v und dem Seitendruckbeiwert $K = \nu/(1-\nu)$.

Da die Baumaßnahmen im PFA 1.1 nur in quartäre Böden oder in ausgelaugten Keuper eingreifen, muss nicht von erhöhten Erdruchdruckverhältnissen ausgegangen werden.

3.5 Erdbebengefährdung

Nach der in DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Ausgabe April 1981) veröffentlichten Karte, der Karte der Erdbebenzone für Baden-Württemberg M 1:350.000 (Ausgabe 1972) sowie nach GRÜNTAL und BOSSE (1997) liegen die Streckenabschnitte und Bahnanlagen in der Erdbebenzone 1. In dieser Zone ist im Falle eines Erdbebens höchstens mit "leichten Schäden an Gebäuden und feinen Rissen im Verputz" zu rechnen. In der Erdbebenzone 1 ist nach DIN 4149, Teil 1, Abschnitt 6 für die Bauten die Standsicherheit auch für den Lastfall Erdbeben nachzuweisen.

3.6 Verwertbarkeit

Werk- und baustofftechnisch sowie als Rohstoff verwertbare Gesteine stehen im Trassenbereich in der Schichtabfolge des Quartärs sowie im Keuper in begrenztem Umfang an.

Weitere, detailliertere Hinweise in Hinsicht auf die Wiederverwendbarkeit der von der Trasse angeschnittenen Gesteinseinheiten sind dem Erläuterungsbericht zu Verwertung und Ablagerung von Erdmassen in Anlage 21.1 zu entnehmen.

4 Hydrogeologie und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Grundwasservorkommen

Im Bereich des Nesenbachtals können mehrere Grundwasservorkommen unterschieden werden, die eine lokal differenzierte Grundwasserstockwerksgliederung aufweisen und darüberhinaus aufgrund der verbreiteten Wechsellagerung durchlässiger und undurchlässiger Gesteine eine Gliederung in einzelne Teilgrundwasserstockwerke zeigen. Die nachfolgend genannten Grundwasservorkommen sind aufgrund ihrer hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse trassenrelevant.

In den **quartären Talrinnen** des Nesenbachtals ist ein flumnahes, zumeist gering ergiebiges Grundwasservorkommen ausgebildet. Größere Ergiebigkeiten sind i. W. an den eingelagerten Wanderschutt oder Sauerwasserkalke gebunden. Das quartäre Grundwasservorkommen ist bereichsweise gespannt, z. T. treten auch halb- bzw. ungespannte Verhältnisse auf. Des Weiteren können im quartären Hang- und Solifluktionschutt sowie in Auffüllungen gering ergiebige Grundwasservorkommen ausgebildet sein. Im Bereich des Nesenbachtals steht das quartäre Grundwasservorkommen i.d.R. in direktem hydraulischen Kontakt zum Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont.

Die Grundwasservorkommen im **Gipskeuper** sind i. W. an Verwitterungszonen bzw. Zonen aktiver Gipsauslaugung gebunden. Die Grundwasserführung beschränkt sich zumeist auf Verwitterungszonen im Mittleren Gipshorizont, den Dunkelroten Mergeln und den Grundgipsschichten sowie geklüftete Steinmergel-, Dolomitstein- und Karbonatbänke in den Bleiglanzbankschichten und dem Bochinger Horizont. Das Grundwasser im Gipskeuper ist i. d. R. gespannt, lokal treten auch ungespannte Verhältnisse auf.

Im **ausgelaugten Mittleren Gipshorizont**, in den **Dunkelroten Mergeln** und den **Bleiglanzbankschichten** sind zumeist nur gering ergiebige Grundwasservorkommen ausgebildet.

Das Grundwasservorkommen im **Bochinger Horizont** hat eine geringe bis mittlere Ergiebigkeit. Im zentralen Nesenbachtal ist der ausgelaugte Bochinger Horizont hydraulisch an das überlagernde quartäre Grundwasservorkommen gekoppelt.

In den aktiven Auslaugungszonen der **Grundgipsschichten** der Talrandzone sind bereichsweise Grundwasservorkommen mit relativ großer Ergiebigkeit anzutreffen. Im zentralen Nesenbachtal fungieren die hier vollständig ausgelaugten Grundgipsschichten dagegen als hydraulische Trennschicht zum unterlagernden Lettenkeuper.

Das Grundwasservorkommen im **Grenzdolomit (Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper)** wird hydrogeologisch noch zu den Grundgips-schichten (Gipskeuper) gezählt, im Nesenbachtal ist es an das Grundwasservorkommen im Oberen Lettenkeuper gekoppelt. Es handelt sich um ein zumeist gering ergebnisses Grundwasservorkommen, bereichsweise können auch größere Ergiebigkeiten auftreten.

In den verwitterten Schichtabfolgen des **Lettenkeupers** (i. W. in den Dolomitbänken des oberen Teils der Schichtabfolge) ist ein hoch gespanntes, z. T. ergebnisses Kluftgrundwasservorkommen ausgebildet. Im Nesenbachtal steht die Grundwasserdruckfläche bereichsweise flumah an, das Grundwasservorkommen ist hier hydraulisch an das hangende Grundwasserstockwerk im Grenzdolomit gekoppelt. Im Nesenbachtal lassen sich teilweise enge hydraulische Verbindungen zum liegenden Grundwasserstockwerk im Oberen Muschelkalk nachweisen. Im unteren Nesenbachtal und im Cannstatter Becken fungiert der Lettenkeuper bereichsweise als Mineralwasseraquifer.

Als Hauptaquifer im **Oberen Muschelkalk** ist der Trigonodusdolomit und der obere Bereich der Künzelsauer Schichten anzusehen. Durch die intensive Verwitterung und Verkarstung ist der Obere Muschelkalk als hoch ergebnisses Kluft- und Karstgrundwasserleiter ausgebildet. Der Obere Muschelkalk bildet den Mineralwasseraquifer der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg. Aufgrund der Überlagerung durch die tonigen Estheriensichten des Unteren Lettenkeupers ist das Grundwasservorkommen gespannt. Lokal ist die Trennwirkung jedoch durch Bruchtektonik, Subrosions- sowie Verkarstungsvorgänge beeinträchtigt. In den Hangbereichen des Stuttgarter Talkessels liegt die Grundwasserdruckfläche weit unter Flur, während sie im Nesenbachtal oberflächennah ausgebildet ist. Zum Neckartal hin steigt die Grundwasserdruckfläche im Aufstiegsbereich der Mineral- und Heilquellen über Flur an.

Grundwassernutzungen

Im Untersuchungsraum des PFA 1.1 befinden sich keine öffentlichen Trinkwassergewinnungsanlagen.

Eine Aufstellung sonstiger Wassergewinnungsanlagen im Untersuchungsraum (Not- und Privatbrunnen sowie Grundwasserhaltungen und -sanierungsmaßnahmen) findet sich im Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft. Der Anlage 20.2.1 zum Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft ist die Lage der Wassergewinnungsanlagen zu entnehmen. Für die vorhandenen Wassergewinnungsanlagen sind keine Wasserschutzgebiete ausgewiesen.

Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg

Die innerhalb des Stuttgarter Talkessels im Bereich des Unteren Nesenbachtals sowie im Neckartal bei Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg artesisch austretenden Mineralwasservorkommen sind von großer balneologischer und wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg werden überwiegend durch Grundwasser aus dem Oberen Muschelkalk gespeist. Sie stellen neben Budapest das größte genutzte Mineral- und Heilwassersystem Mitteleuropas dar. Eine Auflistung der Mineral- und Heilquellen mit Angaben u.a. zum verfilterten Aquifer, zur Bohrtiefe und Art der Nutzung sowie ein Lageplan (Anlage 20.2.1) findet sich im Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft. In der Anlage 20.2.1 ist des Weiteren die Lage des im Entwurf abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes (RP Stuttgart: Stand Juni 2001) dargestellt.

Gewässerverhältnisse

Die Oberflächenentwässerung erfolgt im Bereich der Stuttgarter Bucht über das Flussgebiet des Neckars.

Für den PFA 1.1 übernehmen die fluviatilen quartären Sedimente des Nesenbaches die Vorflutfunktion. Der Nesenbach ist im Innenstadtgebiet weitgehend kanalisiert und verdolt und ist als Mischwasserkanal anzusehen. Im Bereich des Hauptbahnhofes und auf Höhe des Unteren Schloßgartens befinden sich mehrere kleine Zuflüsse zum Nesenbach, die alle ebenfalls verdolt oder kanalisiert sind und in Mischwasserkanälen geführt werden.

Im Gebiet des PFA 1.1 befinden sich des Weiteren zwei künstlich angelegte Stillgewässer (im Oberen bzw. Mittleren Schloßgarten).

Hang- und Bergwasserverhältnisse im Übergangsbereich zum Gablenberg bzw. zum Kriegsberg

In den Hangschuttmassen der Talflanken zum Gablenberg und zum Kriegsberg können bereichsweise gering ergebige Grundwasservorkommen ausgebildet sein, die einen Einfluss auf die Hangstabilität haben können.

5 Geotechnische Beurteilung

5.1 Einschnitte und Tunnelvoreinschnitte

Die Planung für den PFA 1.1 sieht dauerhaft weder Einschnitte noch Tunnelvoreinschnitte vor. Bauzeitlich treten Einschnitte in Form von offenen Baugruben in den Abschnitten auf, die in offener Bauweise erstellt werden (siehe hierzu Kapitel 5.2).

5.2 Tunnel

Im Planfeststellungsabschnitt 1.1 sind insgesamt 3 Tunnelbauwerke vorgesehen: der DB-Tunnel, die Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße und die Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie. Da der PFA 1.1 in der Erdbebenzone 1 liegt, werden bei der Konzeption dieser Bauwerke die entsprechenden, durch Erdbeben verursachten dynamischen Beanspruchungen berücksichtigt.

DB-Tunnel

Im PFA 1.1 von km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0 verläuft die NBS vollständig auf einer Länge von 874 m in Tunnellage. In diesem Abschnitt befindet sich auch die ca. 446 m lange und ca. 80 m breite Bahnhofshalle sowie der ca. 68 m lange Tunnel Rettungszufahrt Nord, der bei km -0.3 -87.0 an den DB-Tunnel anschließt. Bedingt durch die Lage des DB-Tunnels muss der bestehende Kanal Jägerstraße verlegt werden. Der DB-Tunnel mit dem Trogbauwerk der Bahnhofshalle wird in offener Bauweise in mehreren Teilbaugruben erstellt.

Im Bereich dieses Bauwerks stehen künstliche Auffüllungen und heterogene quartäre Deckschichten an, welche die Schichtabfolgen des ausgelaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.1). Im Gipskeuper wurden im Trassenbereich verfüllte Dolinen aufgeschlossen.

Im Sohlbereich der Bauwerke stehen quartäre Talfüllungen (Auenlehme/Bachablagerungen), Wanderschutt, Fließerden, Sauerwasserablagerungen, Hanglehme/Hangschuttmassen und Dolinenfüllungen sowie Gesteine des Gipskeupers aus den stratigraphischen Einheiten des Mittleren Gipshorizonts (km1MGH), der Bleiglanzbankschichten (km1BB) und der Dunkelroten Mergel (km1DRM) an. Die Ton- bis Mergelsteine des Gipskeupers sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und an-

sonsten sehr mürbe. In den weichen bis steifen Bachablagerungen sind bereichsweise breiige bis weiche Fließerden und Torflagen zwischengeschaltet. Die Hanglehme/Hangschuttmassen weisen steife bis halbfeste Konsistenz auf. Die Sauerwasserablagerungen sind teils bindige, teils nichtbindige Böden, die harte Sauerwasserkalke enthalten.

Die Bauwerksgründung erfolgt auf gesamter Länge in grundwasserführenden Schichten des Quartärs und Gipskeupers. Die Sicherung der Verbauwände erfolgt zumeist durch Rückverankerung und nur im Einzelfall durch Innenaussteifung. Die Tunnel-/Trogbauwerke unterschneiden bis zu ca. 8 m die Mineralwasser-Druckfläche des Oberen Muschelkalkes. Das Bauverfahren stellt sicher, dass keine Minderung der hydraulischen Trennfunktion von Gips- und Lettenkeuper zum Mineralwasseraquifer auftritt (siehe Anlage 1, Teil III, Kapitel 6). Die Mächtigkeit der Schichtabfolgen zwischen der Baugrubensohle und der Grenze Gipskeuper/Lettenkeuper ist in der Regel ausreichend groß, um den Druck des Mineralwasseraquifers kompensieren zu können. Eingriffe in die Grundgipsschichten werden aus diesem Grund ausgeschlossen. Ausführliche Angaben zur Gründung des DB-Tunnels sind im Erläuterungsbericht 1, Teil III enthalten.

In den Bereichen, in denen der DB-Tunnel in den Schichtabfolgen des tragfähigen Gipskeupers zu liegen kommt, wird das Bauwerk flach gegründet. Die durchfahrenen Festgesteine sind für die verformungsarme Aufnahme der Bauwerkslasten geeignet.

Im Bereich des Gebäudes der ehemaligen Bundesbahndirektion, in dem auch die Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße den DB-Tunnel unterquert, im Bereich der Deckelbauweise Kurt-Georg-Kiesinger-Platz, sowie im Bereich der neuen Bahnhofshalle sind bauzeitliche und dauerhafte Maßnahmen zur Lastabtragung notwendig (Pfahlgründung). Für die Überquerung der bestehenden S-Bahn sind zur Lastabtragung Bohrpfahlwände vorgesehen. Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung weiterer, von den geplanten Baumaßnahmen betroffener baulicher Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Im gesamten Trogbereich ist eine kombinierte Pfahl-Platten-Gründung vorgesehen. Im Bereich von Dolinen und bei geringmächtiger Gipskeuperüberdeckung über den Grundgipsschichten ist eine Versteifung der Sohlplatte vorgesehen. Die Pfähle werden auch für die Auftriebssicherung hinzugezogen und entsprechend mit hoher Fußtragkraft bemessen und angeordnet. Des Weiteren wird zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit ein Teilsickerrohr als Sicherheitsdrainage zur Grundwasserspiegelbegrenzung in Höhe des Bemessungswasserspiegels verlegt. Die Pfähle sowie die Anker reichen mehrere Meter in den Gipskeuper, jedoch höchstens bis zur Unterkante des km1BH. In die Grundgipsschichten wird wegen ihrer Funktion als hydraulische Trennschicht nicht eingegriffen.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösbar, die Torflagen bereichsweise als fließende Bodenarten und die Gipskeupergesteine sowie die quartären Sauerwasserkalke als leicht lösbarer Fels einzustufen.

Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie und Sammler Willy-Brandt-Straße

Die Tunnelbauwerke, die im Rahmen der Baumaßnahmen der Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie geplant sind, überqueren den DB-Tunnel zwischen ca. km +0.3 +1 und km 0.3 +4. Zur Anbindung dieser Haltestelle an die bestehenden Stadtbahntrassen sind zwei eingleisige und ein zweigleisiger Tunnel vorgesehen, die in offener Bauweise erstellt werden. Die Längen der Tunnel betragen 674 m und 755 m für die eingleisigen und 608 m für den zweigleisigen Tunnel. Aufgrund der höheren Lagen der neuen Stadtbahntunnel muss der Sammler Willy-Brandt-Straße im Bereich Willy-Brandt-Straße bis Düker Nesenbach um ca. 40 m nach N verlegt werden.

Im Bereich der Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie stehen künstliche Auffüllungen und heterogene quartäre Deckschichten an, die die Schichtabfolgen des ausgelaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.3). Die Tunnelbauwerke überqueren zwei Störungen und eine Doline.

Die Sohlbereiche der Tunnelbauwerke liegen in quartären Ablagerungen (Hanglehme/Hangschuttmassen, Auenlehme/Bachablagerungen, Wanderschutt, Fließerden) sowie in Ton- bis Mergelsteinen des Mittleren Gipshorizonts (km1MGH), der Bleiglanzbankschichten (km1BB), der Dunkelroten Mergeln (km1DRM) und des Bochinger Horizonts (km1BH). Die ausgelaugten Gesteine des Gipskeupers sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und ansonsten sehr mürbe. In den weichen bis steifen Bachablagerungen sind bereichsweise breiige bis weiche Fließerden und Torflagen zwischengeschaltet. Die Hanglehme/Hangschuttmassen weisen steife bis halbfeste Konsistenz auf.

In den Bereichen, in denen die Sohlen der Haltestelle und die Zulaufstrecken im Quartär zu liegen kommen, werden sie auf Pfählen gegründet, die in den Gipskeuper einbinden. Im Übergangsbereich Quartär/Gipskeuper sind Bodenaustausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen vorgesehen. Die Pfähle der Verbauwände werden zur Gründung herangezogen und maximal bis in den Gipskeuper an die Untergrenze des Bochinger Horizonts geführt. Zur Sicherung der Verbauwände sind Anker vorgesehen, die jedoch nicht bis in die Grundgipsschichten reichen.

Um die Auftriebssicherheit der Tunnelbauwerke zu gewährleisten, wird in Höhe des Bemessungswasserspiegels an den Bauwerksaußenseiten als Grundwasserspiegelbegrenzungssystem eine Dränleitung als Sicherheitsdränage verlegt.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösbare, die Torflagen bereichsweise als fließende Bodenarten und die Gipskeupergesteine als leicht lösbarer Fels einzustufen.

Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße

Die Planung des DB-Tunnels macht im Bereich der Heilbronner Straße eine Verlegung der dort vorhandenen Stadtbahn notwendig. Dazu sind zwei eingleisige Tunnel von ca. 670 m Länge vorgesehen, die teils in offener und teils in bergmännischer Bauweise vorgetrieben werden. Im Verlauf der Tunnel sind Ein- bzw. Ausfädelungen (Abzweigungsbauwerke, Achse 633 und 634) zur Anbindung an die neue Stadtbahnlinie U 12 geplant, die in bergmännischer Bauweise erstellt werden. Die neue Stadtbahnlinie U 12 wird einem gesonderten Planfeststellungsverfahren zugeführt.

Zum Abtransport der Ausbruchsmassen sowie als Auffahr- und Versorgungstunnel wird ein Tunnelbauwerk teils in offener, teils in bergmännischer Bauweise von ca. 560 m Länge erstellt. Dieses Bauwerk wird später für die U 12 genutzt und wird dementsprechend dimensioniert und ausgebaut.

Im Bereich der Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße und der Anbindung an die U 12 stehen künstliche Auffüllungen und quartäre Deckschichten an, die die Schichtabfolgen des ausgelaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.2).

Im Sohlbereich stehen Ton- bis Mergelsteine des Mittleren Giphshorizonts (km1MGH), der Bleiglanzbankschichten (km1BB), der Dunkelroten Mergel (km1DRM) und des Bochinger Horizonts (km1BH) an. Diese Gesteine sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und ansonsten mürbe bis sehr mürbe.

Sowohl die beiden eingleisigen Tunnel der Stadtbahnverlegung als auch der Tunnel für die U 12 durchörteren jeweils drei Störungen.

Die durchfahrenen Festgesteine sind für die verformungsarme Aufnahme der Bauwerkslasten geeignet. In den Abschnitten, die in offener Bauweise erstellt werden, werden die Tunnel flach gegründet.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösliche Bodenarten und die Gipskeupergesteine als leicht lösbarer Fels einzustufen.

5.3 Dämme

Die Planung für den PFA 1.1 sieht keine Dämme vor.

5.4 Kunstbauwerke

Im Planfeststellungsabschnitt 1.1 sind an Kunstbauwerken vorgesehen der Düker Nesenbach, der Düker Cannstatter Straße, der Düker Hauptsammler West sowie Heiz- und Medienkanäle. Da der PFA 1.1 in der Erdbebenzone 1 liegt, werden bei der Konzeption dieser Bauwerke die entsprechenden, durch Erdbeben verursachten dynamischen Beanspruchungen berücksichtigt.

Düker Nesenbach

Der ca. 230 m lange Düker Nesenbach unterquert die NBS bei ca. km +0.2 +6 im Bereich der Bahnhofshalle. Zwischen dem Einlaufbauwerk (Oberhaupt) und dem Auslaufbauwerk (Unterhaupt) sind mehrere Leitungen mit unterschiedlichen Durchmesser vorgesehen, die gebündelt in einem in bergmännischer Bauweise vorgetriebenem Bauwerk verlaufen. Die übrigen Bauwerke (Ober-, Unterhaupt, Pumpenhaus und Anschlüsse an den Bestand) werden in offener Bauweise erstellt.

Im Bereich dieser Bauwerke stehen künstliche Auffüllungen und heterogene quartäre Deckschichten an, die die Schichtabfolgen des ausgelaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.4, Blatt 3 und 4). Das bergmännische Bauwerk durchörtert zwei Störungen.

Die Sohlbereiche der Bauwerke liegen in quartären Ablagerungen (Hanglehme/Hangschuttmassen, Auenlehme/Bachablagerungen, Wanderschutt, Fließerden) sowie in Ton- bis Mergelsteinen der Dunkelroten Mergel (km1DRM), des Bochinger Horizonts (km1BH) und der Grundgipsschichten (km1GG). Die ausgelaugten Gesteine des Gipskeupers sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und ansonsten sehr mürbe. In den weichen bis steifen Bachablagerungen sind bereichsweise breiige bis weiche Fließerden und Torflagen zwischengeschaltet. Die Hanglehme/Hangschuttmassen weisen dagegen steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Der bergmännisch zu erstellende Düker kommt in Festgesteinen des Gipskeupers zu liegen.

Das Oberhaupt, das Pumpenhaus und das Unterhaupt werden flach in den Festgesteinen des Gipskeupers gegründet. Während die Sohle des Pumpenhauses im Top des Bochinger Horizonts zu liegen kommt, schneidet die Sohle des Oberhauptes in die Basis der Grundgipsschichten sowie die Baugrubenumschließung z.T. in den Unteren Keuper ein. Die Mächtigkeit der Schichtabfolgen zwischen der Baugrubensohle des Oberhauptes und der Grenze Gipskeuper/Lettenkeuper ist somit nicht mehr ausreichend groß, um den Druck des Mineralwassertaquifers kompensieren zu können. Daher erfolgt zunächst, solange die Mächtigkeit der Grundgipsschichten ausreichend groß ist, der Aushub für das Oberhaupt in der offenen wasserdichten Baugrube bei gleichzeitiger offener Wasserhaltung im Trockenem. Danach wird die Baugrube mit Wasser geflutet. Der Restaushub erfolgt unter Wasser. Anschließend wird der Bauwerksdeckel druckluftdicht ausgebildet, der Schacht unter Druckluft trockengelegt und die Bauwerkssohle erstellt. Der weitere Ausbau erfolgt unter atmosphärischen Bedingungen. Weitere Angaben werden in Anlage 1, Teil III, Kapitel 6 und die bauzeitliche Wasserhaltung in Anlage 20 beschrieben. Zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit werden die Baugruben im Gipskeuper rückverankert. Hierzu wird für die Baugrube Oberhaupt mit Hilfe von Ankern und Traversen seitlicher Boden als Gegengewicht aktiviert.

Die in offener Bauweise erstellten Bauwerke der Anschlüsse an den Bestand werden flach in den quartären Schichtabfolgen gegründet. Bei unzureichenden geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes sind Bodenverbesserungs- oder Bodenaustauschmaßnahmen vorgesehen.

Der eigentliche Düker wird bergmännisch vom Pumpenhaus aus beginnend in Richtung Oberhaupt mittels gering durchlässiger Spritzbetonschale erstellt.

Im Endzustand erfolgt keine Grundwasserableitung mehr. Weitere Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösbare, die Torflagen bereichsweise als fließende Bodenarten und die Gipskeupergesteine als leicht lösbarer Fels einzustufen.

Düker Cannstatter Straße, Heizkanal, Medienkanal Schloßgarten und Kanäle der Schillerstraße

Der ca. 120 m lange Düker Cannstatter Straße unterquert die NBS zwischen ca. km +0.0 +90.0 und +0.1 +10.0 im Bereich der Bahnhofshalle. Zwischen dem Einlaufbauwerk (Oberhaupt) und einem von insgesamt zwei Auslaufbauwerken (Unterhaupt tiefer Teil) sind mehrere ca. 90 m lange Leitungen mit unterschiedlichen Durchmessern vorgesehen. Zwischen dem Unterhaupt tiefer Teil und dem ca. 40 m davon entfernt liegenden Unterhaupt hoher Teil werden diese Leitungen um ca. 5 m nach oben geführt. Das Oberhaupt und das Unterhaupt hoher Teil werden jeweils mit einer Zu- bzw. Ablaufleitung an den Bestand angeschlossen.

Der bestehende Fernheizkanal in der Heilbronner Straße muss im Querschnittsbereich mit dem neuen DB-Tunnel verlegt werden. Der neue Fernheizkanal unterquert zusammen mit einem zusätzlich neu angelegten Medienkanal den DB-Tunnel. Im Bahnhofshallenbereich sind diese Kanäle monolithisch mit dem Fundament des DB-Tunnels verbunden.

Die Kanäle der Schillerstraße werden bis auf die Straßenentwässerung an den Düker Cannstatter Straße angeschlossen. Der Kanal für die Straßenentwässerung wird an den Kanal Willy-Brandt-Straße angeschlossen.

Im Bereich dieser Bauwerke stehen künstliche Auffüllungen und heterogene quartäre Deckschichten an, die die Schichtabfolgen des ausgeaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.4, Blatt 2). In der Nähe des Unterhauts tiefer Teil wurde eine Doline aufgeschlossen.

Im Sohlbereich der Bauwerke stehen quartäre Talfüllungen (Auenlehme/Bachablagerungen), Wanderschutt, Fließerden, Sauerwasserablagerungen, Hanglehme/Hangschuttmassen und möglicherweise Dolinenfüllungen sowie Gesteine des Gipskeupers aus den stratigraphischen Einheiten der Dunkelroten Mergel (km1DRM) und des Bochinger Horizonts

(km1BH) an. Die ausgelaugten Gesteine des Gipskeupers sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und ansonsten sehr mürbe. In den weichen bis steifen Bachablagerungen sind bereichsweise breiige bis weiche Fließerden und Torflagen zwischengeschaltet. Die Hanglehme/Hangschuttmassen weisen dagegen steife bis halbfeste Konsistenz auf. Die Sauerwasserablagerungen sind teils bindige, teils nichtbindige Böden, die harte Sauerwasserkalke enthalten.

Die Bauwerke werden im Wesentlichen in offener Bauweise erstellt und flach gegründet. Bei unzureichenden geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes sind Bodenaustausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen

vorgesehen. Nur die Querung der Schillerstraße im Bereich der Zuführung erfolgt im geschlossenen Rohrvortrieb.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen

Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösbare, die Torflagen bereichsweise als fließende Bodenarten und die Gipskeupergesteine sowie die quartären Sauerwasserkalke als leicht lösbarer Fels einzustufen.

Düker Hauptsammler West mit Kanal Lautenschlagerstraße und Kanal Heilbronner Straße, Heizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz

Der neue Düker Hauptsammler West unterquert die NBS an der Grenze zwischen Nordkopf und Bahnhofshalle zwischen ca. km -0.2 -1 bis -0.2 -2, die an dieser Stelle ca. 70 m breit ist. In diesem Bereich ist der Hauptsammler West mit einem Heiz- und einem Medienkanal gebündelt, wobei die Kanäle mit dem Fundament des DB-Tunnels monolithisch verbunden sind. Der bestehende Kanal Lautenschlagerstraße wird oberstromig an den Düker Hauptsammler West angebunden. Der Kanal Heilbronner Straße wird an das Dükerunterhaupt angeschlossen. Die Bauwerke des Hauptsammlers West (Verbindungskanäle, Oberhaupt, Dükerrohre, Unterhaupt mit Pumpenschacht) werden in offener Bauweise erstellt.

Im Bereich dieser Ingenieurbauwerke stehen künstliche Auffüllungen und quartäre Deckschichten an, die die Schichtabfolgen des ausgelaugten Gipskeupers überlagern (siehe Anlage 19.2.4, Blatt 1).

Im Gründungsbereich liegen i. W. Tonsteine der Dunkelroten Mergel (km1DRM) vor. Das Oberhaupt schneidet in künstliche Auffüllungen, quartäre Schichtabfolgen und Tonsteine der km1DRM ein. Das Unterhaupt schließt zusätzlich Ton- bis Mergelsteine des Mittleren Gipshorizonts (km1MGH) und der Bleiglanzbankschichten (km1BB) auf. Die ausgelaugten Gesteine des Gipskeupers sind vor allem in Oberflächennähe stark entfestigt und ansonsten sehr mürbe.

Der Verbindungskanal und die Dükerrohre werden in offener Bauweise verlegt, wobei der Verbindungskanal als Rechteckkanal in Ort betonbauweise in abgedeckter Baugrube erstellt wird. Das Düker oberhaupt und das Düker unterhaupt mit Pumpenschacht werden ebenfalls in offener Bauweise erstellt und flach gegründet.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung sind in Anlage 20 enthalten.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

Die anstehenden quartären Lockergesteine sind nach DIN 18300 überwiegend als mittelschwer bis schwer lösbar e Bodenarten und die Gipskeupergesteine als leicht lösbarer Fels einzustufen.

5.5 Aushub- und Ausbruchsmassen

Die beim Bau der Trasse anfallenden Aushub- und Ausbruchsmassen sowie deren Eignung für Dammschüttungen und für Bodenaustauschmaßnahmen sind in dem Erläuterungsbericht zur Verwertung und Ablagerung von Erdmassen in Anlage 21.1 beschrieben.

6 Zusammenfassung

Die geplanten baulichen Anlagen, die im Rahmen der Umgestaltung des Hauptbahnhofs im Planfeststellungsabschnitt 1.1 vorgesehen sind, kommen in Gesteinen des Quartärs sowie des Gipskeupers zu liegen.

Bei den Gesteinen des Quartärs handelt es sich um künstliche Auffüllungen, Hanglehne/Hangschuttmassen, Wanderschutt, Fließerden, Auenlehme/Bachablagerungen und Sauerwasserablagerungen sowie um Dolinenfüllungen. Diese Gesteine haben sehr unterschiedliche geotechnische Eigenschaften, da sie als bindige Böden breiiger bis fester Konsistenz, nicht bindige Böden und als harte Sauerwasserkalke (Travertinbänke) vorliegen. Die Dolinenfüllungen bestehen aus Tonen/Schluffen, in die Keupergesteine eingelagert sind.

Die Schichtabfolgen des Gipskeupers bauen sich aus Ton-, Tonmergel- und Mergelsteinen auf, die im PFA 1.1 i. W. ausgelaugt sind. Der oberflächennahe Bereich des Gipskeupers ist zu Lockergestein entfestigt.

Im Untersuchungsraum sind 6 Störungen im Bereich der Bauwerke ausgebildet, die in Richtung WNW-OSO bis NW-SO streichen. Die Versatzbeträge liegen zwischen etwa 0,5 und 6 m. Zwischen den Störungen treten sattel- und muldenförmige Schichtverbiegungen auf, wobei im direkten Umfeld von Störungen das Schichteinfallen deutlich versteilt sein kann.

Im PFA 1.1 sind an Bauwerken geplant der DB-Tunnel mit der Bahnhofshalle, die Verlegungen der Stadtbahn Heilbronner Straße und der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie, die Düker Hauptsammler West, Cannstatter Straße und Nesenbach, Heiz- und Medienkanäle sowie weitere Tief- und Hochbauwerke.

Der DB-Tunnel mit dem Trogbauwerk der Bahnhofshalle wird in offener Bauweise erstellt und kommt in Gesteinen des Gipskeupers und des Quartärs zu liegen. Im Gipskeuper werden die Bauwerke im Wesentlichen flach gegründet. Nur im Bereich des Gebäudes der ehemaligen Bundesbahndirektion sowie im Bereich des Trogbauwerks der Bahnhofshalle sind zur Lastabtragung Pfähle vorgesehen. In den Abschnitten, in denen die Bauwerke im Quartär zu liegen kommen, sind kombinierte Pfahl-Platten-Gründungen vorgesehen. Die Pfähle binden in den tragfähigen Gipskeuper ein, dringen jedoch nicht in die Grundgipsschichten ein, um eine Gefährdung der hydraulischen Trennfunktion für den Muschelkalk-aquifer auszuschließen.

Angaben zur bauzeitlichen und dauerhaften Wasserhaltung für den DB-Tunnel sowie für die im folgenden erwähnten Bauwerke sind in Anlage 20 enthalten.

Die Verlegungen der Stadtbahn werden zum Teil in offener und zum Teil in bergmännischer Bauweise erstellt. In den Bereichen, in denen die Bauwerke im Gipskeuper zu liegen kommen, werden sie flach gegründet.

In den Bereichen, in denen die Bauwerkssohlen im Quartär zu liegen kommen, werden die Bauwerke auf Pfählen gegründet. Die Pfähle binden in den tragfähigen Gipskeuper ein, dringen jedoch nicht in die Grundgipsschichten ein, um eine Gefährdung der hydraulischen Trennfunktion für den Muschelkalkaquifer auszuschließen.

Die Düker setzen sich jeweils aus Einlauf- und Auslaufbauwerken, den Leitungen dazwischen sowie den Anbindungen an den Bestand zusammen. Der Düker Cannstatter Straße kommt ausschließlich im Quartär zu liegen, der Hauptsammler West im Quartär sowie in den Gesteinen des Gipskeupers. Beide Düker werden in offener Bauweise erstellt. Beim Düker Nesenbach kommen das Ober- und Unterhaupt sowie das Pumpenhaus ebenfalls im Gipskeuper zu liegen, werden in offener Bauweise erstellt und flach gegründet. Die Verbindung zwischen Ober- und Unterhaupt durchörtert z.T. den Gipskeuper und wird bergmännisch unter Druckluft vorgetrieben. Das in die Grundgipsschichten eingreifende Oberhaupt wird mit einem Bauverfahren erstellt, das die Sicherheit gegen Grundwasserzutritte aus dem Muschelkalkaquifer gewährleistet. Die Baugrubenumschließung des Oberhauptes greift z.T. in die Gesteine des Unteren Keupers ein.

Bei den Dükern Hauptsammler West und Cannstatter Straße werden jeweils Heiz- und Medienkanäle gebündelt in offener Bauweise errichtet. Im Unterfahrbereich der NBS sind diese Kanäle mit dem DB-Tunnel monolithisch verbunden.

Zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung der von den geplanten Baumaßnahmen betroffenen baulichen Anlagen werden in nachfolgenden Planungsphasen entsprechende Konzeptionen entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bestand und die Funktionalität der baulichen Anlagen durch Unterhalts- und Wartungsarbeiten weder bauzeitlich noch dauerhaft gefährdet werden.

7 Literatur und verwendete Unterlagen

Hinweis: Die Ergebnisse aller Untersuchungen des 1. – 4. Erkundungsprogrammes sind in der Stellungnahme ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2001) berücksichtigt.

ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2001): ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof, Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme, Teil 1, Geologie und Hydrogeologie, Westheim, Dezember 2001.

GRÜNTAL, G. & BOSSE, C. (1997): Probabilistische Karte der Erdbebengefährdung der Bundesrepublik Deutschland - Erdbebenzonierungskarte für das Nationale Anwendungsdokument zum Eurocode 8, Scientific Technical Report STR96/10.

HUTTENLOCHER F. & DONGUS H. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 170, Stuttgart, Bad Godesberg.

igi NIEDERMEYER INSTITUT, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1993): ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische, wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 12, Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Unterfahrung des Stuttgarter Innenstadtbereichs, Teilbericht 3: Ingenieurgeologische Stellungnahme zum 1. Erkundungsprogramm, Westheim, Februar 1993.

igi NIEDERMEYER INSTITUT, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1996): ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 12, Ingenieurgeologische, hydrogeologische, wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen "Stuttgart 21", Teilbericht 9: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme 2. Erkundungsprogramm, "Stuttgart 21" Vorprojekt, Teil 1: Erläuterungen, Feld- und Laborversuche und deren Auswertung, Westheim, Januar 1996.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1997): ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen Stuttgart 21. Band 12, Teilbericht 16: Ingenieurgeologische Stellungnahme zum 3. Erkundungsprogramm, Fernbahn von Feuerbach und Bad Cannstatt zum neuen Hauptbahnhof, Neckarunterführungen bei Untertürkheim, Westheim, Februar 1997.